Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Über das Vorkommen jungvulkanischer Gesteine im Ötztal (Tirol) und ihr Alter

Von

W. Hammer

(Mit 4 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Oktober 1923)

Im Jahre 1863 hat A. Pichler über das Vorkommen vulkanischer Gesteine bei Köfels im Ötztal berichtet.[1] Er war durch Pfarrer A. Trientl darauf aufmerksam gemacht worden, welcher später auch selbst darüber schrieb.[2] In der Talbevölkerung war das Gestein schon länger bekannt, da es von den Handwerkern gleich wie Bimstein verwendet wurde und auch jetzt noch verwendet wird und als leichter, gut bearbeitbarer und trockener Mauerstein oder als Wandverkleidung bei manchen Bauten Verwendung fand.

Dr. O. Ampferer hat 1913 das Vorkommen besichtigt und erhielt 1915 von der k. Akademie der Wissenschaften in Wien eine Subvention zur Aufschließung desselben, der Kriegszustand verhinderte aber die Ausführung des Planes. Im Sommer 1922 habe ich im Zusammenhang mit der geologischen Landesaufnahme auf Blatt »Ötztal« das Gebiet von Köfels eingehend untersucht und erhielt 1923 von der Akademie der Wissenschaften eine Subvention aus dem Legat Scholz, um Aufgrabungen des derzeit im Anstehenden sonst nicht sichtbaren Köfelser Gesteins machen zu können.

Ich ergreife gerne die Gelegenheit, um der Akademie der Wissenschaften und im besonderen Herrn Generalsekretär Prof. Dr. Fr. Becke meinen Dank für ihr werktätiges Interesse an dieser Angelegenheit zum Ausdruck zu bringen.

Die Aufschließung wurde Anfang August 1923 durchgeführt und über ihr Ergebnis wird im nachfolgenden berichtet.

[1] Jahrbuch d. geolog. Reichsanstalt, Wien, 1863, p. 589, und Verhandlungen d. geolog. Reichsanstalt, 1863, p. 77.

[2] Tiroler Landzeitung, 1895, Nr. 50, p. 6.

Das Ötztal besitzt eine sehr ausgeprägte Stufengliederung: von der Talmündung ins Inntal bis zur Teilung in die beiden Ursprungstäler von Gurgl und Vent wechseln vier breite, flachsohlige Talbecken mit drei Steilstufen, in welchen die Ötztaler Ache mit starkem Gefälle in enger Schlucht herabrauscht. Die Höhenunterschiede drücken sich in folgenden Durchschnittshöhen der Talbecken aus: Ötz 750 *m*, Umhausen 970 *m*, Längenfeld 1170 *m* und Sölden 1340 *m*. Die beiden größten Talbecken, jene von Längenfeld und Umhausen, werden durch die Maurachschlucht voneinander getrennt, an deren linken Seite Köfels, der Fundort der vulkanischen Gesteine, liegt.

Allen Talstufen gemeinsam ist die Lage im Bereich härterer, minder spaltbarer Gesteine: so entspricht die Stufe zwischen Ötz und Umhausen (beziehungsweise Tumpen) dem Querschnitt der Acherkogelgranodioritmasse, die Maurachschlucht ist in eine große Muskovitgranitgneismasse eingeschnitten und in der Talschlucht zwischen Längenfeld und Sölden streichen mächtige Amphibolitzüge quer über das Tal. Die Gesteinsart allein ist aber nicht ausreichend zur Erklärung der Stufenbildung, da z. B. der Granodiorit der Engelwand das Umhausener Becken überquert, ohne eine Versteilung des Gefälles zu verursachen, auch setzen die Amphibolitzüge südlich Längenfeld schon in der Südhälfte dieses Talbeckens ein, die Schlucht mit starkem Gefälle beginnt aber erst weiter südlich. Nur eine Verminderung der Talbreite tritt in beiden Fällen ein.

Der Talriegel der Maurachschlucht unterscheidet sich von den anderen dadurch, daß bei jenen die Talstufe mit einer wesentlichen Einengung des Talquerschnittes verbunden ist, während bei der Maurachschlucht die beiderseitigen Talwände weiter auseinanderweichen (Fig 1); die Schlucht selbst ist eine enge postglaziale Erosionsrinne, wenn wir aber 300 bis 400 *m* über die Schluchtsohle emporsteigen, so sehen wir beiderseits der Schlucht eine weite hügelige Terrassenfläche, welche die Oberfläche des Talriegels bildet; ihre Breite senkrecht zum Tallauf ist bedeutend größer als die Breite des Umhausener oder Längenfelder Beckens. (Siehe die Querprofile. Fig. 1.) Auf der Ostseite mündet in der Höhe der Terrasse das Tal von Niederthei aus, dessen Sohle 400 *m* hoch über Umhausen abbricht. Der Bach stürzt in dem berühmten Stuibenfall zirka 150 *m* über die felsige Talstufe herab. Zwischen Niederthei und der Maurachschlucht liegt als östlicher Teil des Talriegels der Tauferer Berg, dessen Oberfläche deutliche Rundhöckerformen zeigt. Auf der Westseite der Schlucht liegt die Terrasse von Köfels, welche ebenfalls runde niedere Hügelkuppen und dazwischen flache, zum Teil abflußlose Mulden trägt. Der begrenzende Bergkamm Wenderkopf—Hohe Seite (Wurzberg) weicht in flachem Bogen gegen Westen zurück und bildet so die Ausweitung im Querschnitt des präglazialen Talbodens.

Über den Aufbau dieses Talriegels sind sehr verschiedene Meinungen geäußert worden: Supan[1] sieht ihn als festen Felsriegel an, der infolge seiner größeren Gesteinshärte von der Wassererosion herausgearbeitet und zur Talstufe ausgebildet wurde. Dieselbe Meinung hat auch schon Sonklar vertreten, welcher die Durchbruchsschlucht auf eine Spalte zurückführt, welche den Felsriegel durchschneide. Ganz entgegengesetzt dazu beschreibt Löwl den Maurachriegel als eine »Dammstufe«, bestehend aus einer Stirnmoräne des Ötztaler Gletschers, unter der nur am Boden der Schlucht, im unteren Teile, noch der Felsuntergrund zum Vorschein komme.

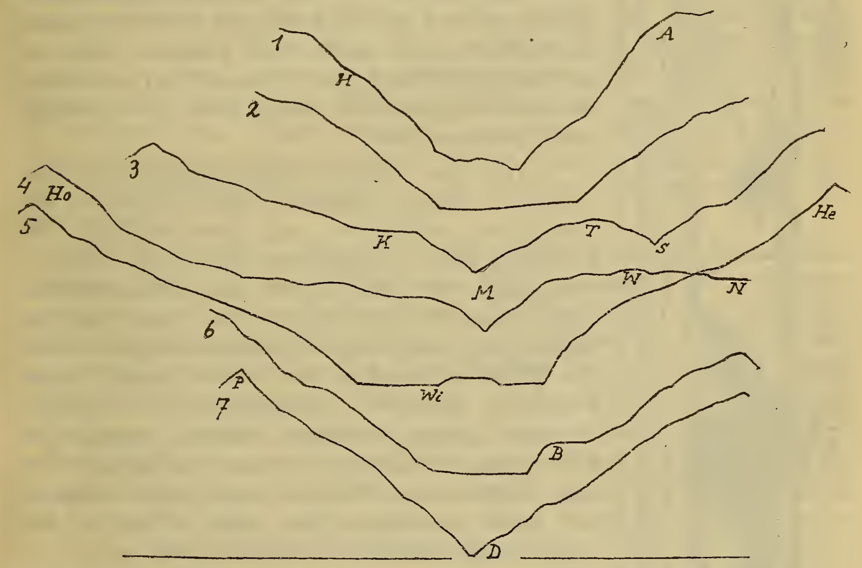


Fig. 1. Querschnitte durch das Ötztal: *1* Harmelewand *(H)*—Achplatte *(A)* (Ötz—Umhausener Stufe), *2* Kreuzjoch (SO-Kamm)—Hopfgarten—Östermuhr—Planskopf SW-Hang (Umhausener Talbecken), *3* Köfelser Schartl—Köfels *(K)*—Tauferer Berg *(T)*—Stuibenbach *(S)*—Terrasse von Höfl (bei Niederthei)—Narrenkopf, *4* Hohe Seite *(Ho)*—Köfelser Terrasse—Wolfsegg *(W)*—Niederthei *(N)*, Maurachschlucht *(M)*, *5* Hohe Seite *(Ho)*—Winklen *(Wi)* (Nordende des Längenfelder Beckens)—Hemmerachkogel *(He)*, *6* Falderkogel (Osteck) — Burgstein *(B)* — Gamskogel NW-Grat (Längenfelder Becken), *7* Perlerkogel *(P)* —Dotterschrofen *(D)* —Abhang der Schöngartenspitze (Talenge Längenfeld—Sölden).

Escher von der Linth vergleicht ihn mit den Bergsturzmassen im oberen Rheintal. Pichler[3] und Blaas[4] haben durch genauere Besichtigung bereits die zusammengesetzte Natur dieser Bildung erkannt, indem sie von einem Felsriegel sprechen, an den

[1] Mitteilungen d. k. k. geograph. Ges. in Wien, 1877, p. 348.

[2] Petermanns Mitteilungen, 1882, p. 142.

[3] l. c.

[4] Ber. d. naturwiss. Vereins in Innsbruck, 1891, p. 41.

nach Pichler Moränen angelagert sind, während Blaas mehr an Bergsturzmassen denkt. Penk[1] bestätigt letztere Deutung.

Auf der beistehenden Profilansicht (Fig. 2) der linken Seite der Maurachschlucht kommt die Zusammensetzung der Köfelser Terrasse zur Darstellung. Die rechte Talseite am Tauferer Berg zeigt bis zur Köfelser Brücke ganz analoge Verhältnisse, nur senkt sich dort die Terrasse am Nordende zwischen Ötztaler Ache und Stuibenbach in drei schuttbedeckten Abstufungen auf den Schuttkegel von Umhausen ab, während die Köfelser Terrasse sich an den östlichen Pfeiler des Wenderkopfes anlehnt, dessen Felswände bis nahe über die Schluchtsohle herabreichen.

Die fast 400 *m* hohen Aufschlüsse der Schlucht zeigen zunächst, daß der Kern des Talriegels zweifellos aus anstehendem Fels besteht, der im mittleren Teil der Schlucht vom Bach bis nahe unter die Terrassenoberfläche hinauf aufgeschlossen ist. Auch der am Südeingang vorgelagerte niedere Hügel P 1236 bei Winklen zeigt in der Schlucht noch einen Felskern. Auch am Südabhang der Köfelser Terrasse gegen Pürsting kommt anstehender Fels zutage. Gegen N endet die Terrasse bei den Häusern von Köfels; was nördlich davon im Profil gezeichnet ist, geht schon in das Ostgehänge des Wenderkopfes über.

Die Oberfläche der Terrasse ist auf der Köfelser Seite ganz von Blockwerk aus mächtigen eckigen Blöcken dicht überdeckt, auf der anderen Talseite kommt am Wolfseck der anstehende Fels in großen Rundhöckern zutage, die ganze Nordabdachung des Tauferer Berges ist aber wieder unter gleichem Trümmerwerk begraben, ebenso der Südhang größtenteils. Die Anrisse in der Schlucht zeigen, daß die Blockdecke eine beträchtliche Dicke erreichen kann.

Die Blöcke bestehen durchwegs aus demselben Gneis; es ist der Granitgneis, welcher den Kamm Wenderkopf—Wurzberg und die Felsen in der Schlucht bildet, weshalb es auch

Fig. 2. Profilansicht der linken Flanke der Maurachschlucht: *G* Granitgneis, *p* Schiefergneis, *B* Bimsstein; *b* Bergsturz, *m* Moräne (fraglich), *s* Schotter und Sande, *bs* grober Bachschotter und Gerölle, *h* Haldenschutt.

[1] Alpen im Eiszeitalter, I, p. 296.

manchenorts schwer zu sagen ist, was verfallenes Anstehendes und was zugeführtes Blockwerk ist.

Die Einheitlichkeit der Gesteinsart bei der großen Masse und Ausbreitung schließt die Deutung als Moräne aus. Form und Größe der Blöcke, ihre Anhäufung in Hügeln und allseits geschlossenen Mulden und die Übereinstimmung der Gesteinsart mit jener des anschließenden Kammes zeigen an, daß es ein Bergsturz ist, welcher vom Kamm Wenderkopf—Wurzberg niedergebrochen ist. Nur dieses Gehänge besteht bis zum Kamm hinauf aus dem gleichen Granitgneis, während das gegenüberliegende Gehänge der Hemmerachkogel mit Ausnahme des untersten Teiles ganz aus anderen Gneisarten aufgebaut ist. Der Köfelser Kamm erhebt sich 600 bis 1000 *m* über der Terrasse, sein Hang steigt anfangs flach an und schwingt sich höher oben steil und in Felsabbrüchen zum Kamm auf. Der Kamm wird südlich des Köfelser Schartls auf längere Strecke an der Ostseite von einer niederen, parallelen Felskante begleitet, welche durch einen eingesenkten Graben vom Hauptkamm getrennt ist und durchaus den Eindruck einer Absenkung gegen das Tal hier erweckt.

Die Bergsturzmassen haben den ganzen Talriegel überschüttet bis zum Ausgang des Niedertheier Tales, dessen Bach zu einem See aufgestaut wurde. Später wurde das Seebecken mit Sand und Schottern wieder ausgefüllt, welche jetzt, nachdem der Bach sich wieder einen tieferen Abfluß ausgearbeitet hat, die ebene Wiesenfläche der Häusergruppen Ennebach und Lehen bilden.

Gegen Norden breiteten sich die Bergsturzmassen bis nördlich von Umhausen aus: Zeuge dafür ist der mit Lärchenwald bestandene Blockhügel inmitten der Felder nördlich von Umhausen, der seinem Material nach nur von dieser Seite hergeleitet werden kann. Die Erosion hat ihn abgetrennt und die Murkogel haben ihn seitlich umschlossen.

Die Maurachschlucht ist erst nach Ablagerung des Bergsturzes eingetieft worden.

An einzelnen Stellen des Talriegels sind in geringer Menge Reste von Grundmoräne erhalten. Die von mir beobachteten Vorkommen befinden sich fast durchwegs an Stellen, wo der anstehende Fels zum Vorschein kommt, unmittelbar auf diesem. Den besten Aufschluß traf ich an der Forststraße, welche am Westhang des Tauferer Berges, ober den Schluchtwänden hinzieht. Man sieht hier über dem anstehenden Granitgneis eine ungeschichtete, fest gebundene Grundmoräne mit Blöcken aller Größen bis zu 1 *m* Durchmesser. Die großen Blöcke sind vorwiegend Granitgneise, die kleineren Amphibolite und verschiedene Paragneise; Form eckig mit leichter Kantenrundung. An dem 50 bis 60 *m* hohen Anriß zeigen sich Ansätze zur Bildung von Erdpyramiden. Vom oberen Rand desselben aufwärts und zu beiden Seiten breitet sich das Bergsturztrümmerwerk aus (Profil Fig. 3).

Geringe Reste von Moräne und erratische Geschiebe trifft man dann auch auf der Höhe des Tauferer Berges zwischen den Felsrundhöckern sowie am Südabfall der Köfelser Terrasse gegen Pürsting in der Nähe der anstehenden Gneisfelsen.

Bei Winklen (Fig. 2) ist in einer Schottergrube am Fahrweg zur Achenbrücke eine moränenähnliche, ungeschichtete Ablagerung aufgeschlossen, welche in einer lehmig-sandigen Grundmasse viele kleine, eckige Granitgneisstückchen und einzelne wohlgerundete größere Geschiebe von Amphibolit und Schiefergneis enthält. Sie wird von einer festgebackenen gelben Schichte aus kleinem und großem, eckigem Granitgneistrümmerwerk mit sandigem Bindemittel überdeckt, auf welcher dann erst das grobe Bergsturzblockwerk des Hügels P 1236 liegt. Ob es sich hier um Moräne oder um umgeschwemmte und mit Achengeröll vermischte Moränen oder Murschutt handelt, erscheint mir unsicher.

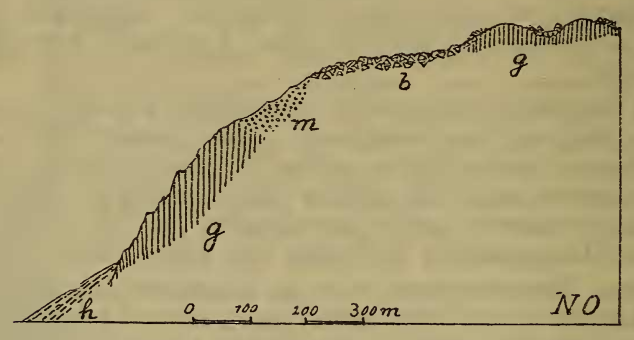


Fig. 3. Profil an der Westseite des Tauferer Berges.
g anstehender Granitgneis, *m* Grundmoräne, *b* Bergsturzblockwerk, *h* Schutthalde.

Vielleicht ist auch die Wiesenmulde unterhalb der Häuser von Köfels mit Moräne ausgekleidet und nur mit einzelnen Bergsturzblöcken überstreut.

Als jüngere, postglaziale Schuttbildungen sind zu erwähnen: an den beiderseitigen Schluchtwänden liegen in halber Höhe, auf der Strecke zwischen unterer und oberer Straßenbrücke, geschichtete Sande und Schotter auf dem anstehenden Gneis; jene an der linken Talseite sind gegen N, die an der rechten Seite gegen S geneigt. Die letzteren können mit einem älteren Abfluß aus dem Niedertheier Tal, erstere mit einem alten Hochstand der Ache in Zusammenhang gebracht werden. Wie mir Dr. Ampferer mitteilt, fand er auch auf dem Tauferer Berg in Eintiefungen der Bergsturzmasse Schotterreste, welche die Verbindung mit dem Niedertheier Tal herstellen würden.

In der Schluchttiefe begleiten die Ache von der oberen Brücke an abwärts grobe Blockschotter junger Hochwasserfluten, welche

bis auf 30 bis 40 *m* über das heutige Bett reichen und stark gerundete Blöcke von mehreren Kubikmetern Größe enhalten.

Am Nordausgang der Schlucht hat die Ache das beim Einschneiden der Schlucht abgetragene Material in einem gewaltigen Schuttkegel in das Umhausener Becken hineingeschüttet, in welchen sie sich seither wieder ein mindestens 50 *m* tiefes Gerinne eingeschnitten hat.

Das Gestein, in welches die Schlucht eingeschnitten ist, ist ein zweiglimmeriger, vorwiegend Muskovit führender Granitgneis, der infolge des Hervortretens der Kalifeldspate (Mikroklin) in 2 bis 3 *cm* großen verzwillingten Kristallen die Struktur eines Augengneises besitzt. Er ist grobkörnig, mit deutlicher Kristallisationsschieferung und glimmerarm und gehört zu jener Gruppe sehr kieselsäure- und alkalienreicher alter granitischer Intrusivmassen, welche in den nördlichen Ötztaler Alpen in großen Massen weit verbreitet sind (z. B. Glockturmmasse, Aifenspitzmasse, Birkkogelmasse u. a. m.).

Im Osten endet der Granitgneis am Niedertheier Talbecken und bildet am Westhang der Hemmerachkögel nur mehr die Felswände unterhalb der beiden Almen; im übrigen besteht der Hemmerachkamm aus Paragneisen, welche flach nördlich fallend bis Niederthei sich herabsenken. Zwischen ihnen endet der Maurachgranitgneis in schmalem, stark tektonisiertem Keil in dem felsigen Graben südlich unterhalb der oberen Alm in ungefähr 1600 *m* Höhe.

Im Westen kommt im Pitztal in gleicher Breite ebenfalls eine mächtige Augengneismasse zutage — jene von Zaunhof. Diese steht aber nicht, wie auf der alten Aufnahmekarte der Reichsanstalt angegeben ist, dem ostwestlichen Hauptstreichen nach mit jener von Umhausen in Zusammenhang, sondern wird überraschenderweise durch einen NS streichenden Schieferzug von ihr getrennt. Der Maurachgranitgneis taucht im Fundustal, in den Ostabstürzen des Fundusfeiler, mit NS-Streichen unter einen Zug von Schiefergneisen und Amphiboliten hinab. Die Amphibolitlager setzen am Hairlacher Seekopf ein, streichen gegen NNO bis N unter dem Gipfel des Fundusfeiler durch, senken sich dann nordöstlich zur Vorderen Fundusalm hinab und umsäumen den Maurachgranitgneis im Norden bis Niederthei. An den gegen das Pitztal vortretenden Seitenkämmen legt sich dann der Augengneis des Pitztales auf die Schiefergneis- und Amphibolitzone.

Im Süden und Norden der Granitgneismassen stellt sich gleich wieder das regionale OW-Streichen ein, mit beiderseitigem steilem Nordfallen der Schieferhülle. Die beiden Granitgneismassen liegen in den Schiefergneisen eingebettet, wie die Feldspataugen in einem Augengneis, um welche sich die Glimmerlagen herumwinden.

In der benachbarten Acherkogelgranodioritmasse sind Zeichen eines ostwestlichen Zusammenschubes zu beobachten, wobei eine Knickung erfolgte mit westlich gerichtetem Vorschub des Intrusiv-

gesteins über seine Schieferhülle.[1] Durch eine gleich gerichtete Bewegung können auch die Granitgneismassen beiderseits des Fundusfeiler aneinander herangerückt worden sein, wobei der zwischenliegende Schieferstreifen in NS-Richtung verdreht werden mußte.

Betrachten wir nun die Granitgneismasse im Bereich des Talriegels näher, so fällt vor allem die starke Zerrüttung derselben auf. An anderen felsigen Talriegeln in ähnlichem Gestein, z. B. gerade in dem Felsriegel aus Augengneis bei Zaunhof, ist das Gestein besonders fest, wenig zerklüftet und von großen zusammenhängenden Schliffflächen bedeckt; im Maurach dagegen ist der Gneis durch und durch zertrümmert und von Klüften durchsetzt, so daß oft an der Oberfläche zerfallenes Anstehendes und Bergsturzblockmasse nicht deutlich abgrenzbar sind. Die Hochfläche beim Wolfseck zeigt deutliche Rundhöckerformen, deren Längsrichtung OW bis NW-SO verläuft, also stark von der Einmündung des Hairlachgletschers beeinflußt ist. Die großen, flachgewölbten Felsflächen derselben sind aber von einem Netz tiefgehender, klaffender, senkrechter Spalten durchsetzt — einzelne derselben sind so breit und tief geöffnet, daß ausgewachsene Tannenbäume, die auf ihrem Grunde wurzeln, nur mit den Wipfeln hervorragen. Die Zerrüttung des Gneises ist also nach der eiszeitlichen Abschleifung erfolgt. Die Klüfte verlaufen teils OSO—WNW, teils NO—SW.

Die Felsen am Südabfall der Köfelser Terrasse sind durch die Klüftungen in turmförmige Felsbastionen aufgelöst, wie sie vom Eis geglätteten Felsriegeln sonst durchaus fremd sind.

Die Zerrüttung des Gesteins findet ihren Ausdruck auch in den großen, frischen Trümmerhalden, welche die Felswände der Maurachschlucht umsäumen und in lebhafter Weiterbildung sich befinden.

Auch an dem flachen Ausläufer des Wenderkopfes, dicht nördlich von Köfels, dem Naderberg, ist der anstehende Granitgneis von klaffenden, senkrechten Spalten durchsetzt. Dies ist die Stelle, wo die größte Menge des Bimssteines gefunden wird.

Die Gneisoberfläche setzt hier mit einer WNW-OSO verlaufenden, 3 bis 10 *m* hohen Gehängestufe von 200 bis 300 *m* Erstreckung gegen N ab, gegen eine blockbesäte, flache Rinne, unter deren Blockwerk man allenthalben Stücke von Bimsstein antrifft. Am Nordrand der Rinne ist das anstehende Gestein nicht zu sehen, wohl aber an dem Steilabriß, mit dem sie gegen die Maurachschlucht endet. Hier sieht man, daß eine schmale Zone von glimmerreichem Schiefergneis in den Granitgneis eingeschlossen ist, welche bis zur Tiefe der Schluchtsohle hinabreicht. Andrerseits begegnet man ihr wieder oberhalb der Rinne auf den Bergwiesen am Osthang des Wenderkogels. Der Schiefergneis fällt, von kleineren Ausnahmen abgesehen, im allgemeinen steil gegen N ein, wie es auch die nördlich benachbarten Wände des Augengneises zeigen. Auf der Westseite des Wenderkopfes habe ich die Schieferzone nicht wieder angetroffen, sondern nur Augengneis.

---

[1] Verhandlungen d. geol. Reichsanst., 1921, p. 68.

Das als Bimsstein bezeichnete Gestein ist von lichtgrauer bis schwarzer Farbe, von einer gelbbraunen Verwitterungsrinde umgeben und besitzt eine ausgezeichnet schaumige Struktur. Größe und Anzahl der Blasenräume wechselt schlierenweise. Es erweisen sich aber auch die dem freien Auge dicht erscheinenden Teile im Mikroskop als von kleinen Bläschen durchsetzt. Ich zählte nach der Methode von Rosiwal in solchen Partien 20 bis 30% des Gesteinsvolumens als Hohlräume. Helle und dunkle Gesteinspartien wechseln oft rasch und unvermittelt miteinander und zeigen Fließstrukturen.

Das Gestein ist sehr reich an Einschlüssen; man findet in ihm Gneisbruchstücke von mehreren Zentimetern Länge, mehr aber kleine und allerkleinste weiße Gesteins- und Mineralsplitter. Alle Dünnschliffe zeigen solche in großer Menge im Gestein verteilt. Eine Auszählung nach der Methode von Rosiwal ergab 27 bis 30% der Gesteinsmasse (ohne die Blasenhohlräume) entfallend auf Einschlüsse. Es sind scharfkantige Stückchen von Quarz, Feldspat und Aggregaten beider, Glimmer ist sehr selten. Selten ist eine schwache Rundung des Umrisses zu sehen. Größere Stücke stimmen überein mit der Zusammensetzung des Granitgneises, besitzen aber stets eine völlig mylonitische Struktur; manche sind breccienartig, mit einer feinzermahlenen Bindemasse. Auch der Augengneis am Rand der Rinne ist stark deformiert und zeigt einen gelblich verwitternden breciösen Saum. Schon Pichler ist diese Veränderung des Gneises am Spaltenrand aufgefallen.

Anzeichen von Kontaktmetamorphose fehlen.

Im übrigen erweist sich das Gestein im Dünnschliff als ein lichtbraun oder grau durchsichtiges, isotropes Glas, ohne Kristallausscheidungen, aber stellenweise mit vielen winzigen Gaseinschlüssen.

Herr Hofrat Dr. M. Bamberger hatte die Freundlichkeit, in seinem Laboratorium durch Herrn Hampe eine chemische Analyse des Gesteins ausführen zu lassen. Ich stelle in der nachfolgenden Tabelle einerseits die Analysen von Obsidian und Liparitbimsstein, andrerseits jene des Maurachgranitgneises daneben. Aus ersteren erhellt die gute Übereinstimmung in dem Chemismus des Köfelser Gesteins mit den liparitischen Eruptivgesteinen. Aus der Gneisanalyse ist ersichtlich, daß die Beimengung von Fragmenten dieses Gesteins zu einem liparitischen Gestein infolge der sehr ähnlichen Zusammensetzung beider das Ergebnis der Bauschanalyse nicht wesentlich verändern kann, so daß also obige Übereinstimmung trotz der zahlreichen Einschlüsse für die Gesteinsbestimmung verwertbar ist.

Natürliche Aufschlüsse von anstehendem Bimsstein sind derzeit nicht zu sehen, wohl aber ist er mehrmals künstlich aufgeschlossen worden.

Nach Pichler's Angabe haben die Landleute in einer gegen 16 Fuß tiefen Grube Bimsstein in größerer Menge gewonnen, welcher unter anderem auch zur Herstellung des Gewölbes in der Kirche

von Köfels verwendet worden sein soll. Die Grube wurde schon vor Pichler's Anwesenheit in Köfels aus Sicherheitsgründen wieder zugeschüttet.

	Obsidian von Lipari[1]	Liparitbimsstein von Mont Dore[2]	Liparitbimsstein von Cabo de Gata	Köfels	Muskovitgranitgneis der Maurachschlucht[3]
SiO_2	74·53	75·50	70·47	71·54	76·22
Al_2O_3	13·60	13·50	13·36	15·87	13·10
Fe_2O_3	2·18	0·95	0·42	2·85	0·74
FeO	—	—	0·91	—	1·25
MnO	—	—	0·21	0·175	—
MgO	0·28	0·39	0·54	0·340	0·28
CaO	1·03	0·99	1·04	1·625	0·65
Na_2O	3·43	4·35	4·01	2·74	2·58
K_2O	4·56	4·15	3·47	4·18	3·86
H_2O (und Glühverlust)	0·38	0·37	6·10	0·640	0·95
			Rosenbusch, El. d. Gesteinsl., 1901, p. 267	Spuren von Cl und Ti. Analytiker Hampe	Spuren von Li

[1] Bergeat, Abhandlungen d. bayr. Akad. d. Wiss., XX. Bd., p. 264.
[2] Lacroix, Compt. rend., 147, 1908.
[3] Becke, Denkschr. d. Akad. d. Wiss., Wien, 75. Bd., p. 153.

Dann hat Pichler an einer anderen Stelle aufgraben lassen und dabei das Gestein auf 10 Fuß Länge und 5 Fuß Höhe freigelegt. Er berichtet, daß der Gneis stellenweise mit einer $^1/_2$ bis $^3/_4$ Zoll dicken Kruste von durchscheinendem schwärzlichem Glas überzogen war. Weiter weg vom Rand nahm das Gestein dann die gewöhnliche porösschlackige Beschaffenheit an und war

voll von Einschlüssen aus dem Gneis.[1] Pichler sah auch Klüftchen des Gneises von Lava ausgefüllt. Die Beobachtungen dieses zuverläßlichen und erfahrenen Beobachters weisen bereits zweifellos auf eine Gangspalte mit anstehendem vulkanischem Gestein hin. Die Pichler'schen Aufschlüsse sind im Lauf der 60 Jahre auch wieder völlig verschwunden und keine Augenzeugen der Lokalität mehr in Köfels anwesend.

Eine neuerliche Bestätigung über die von Pichler berichtete Natur des Vorkommens brachte die von der Akademie 1923 subventionierte Grabung.

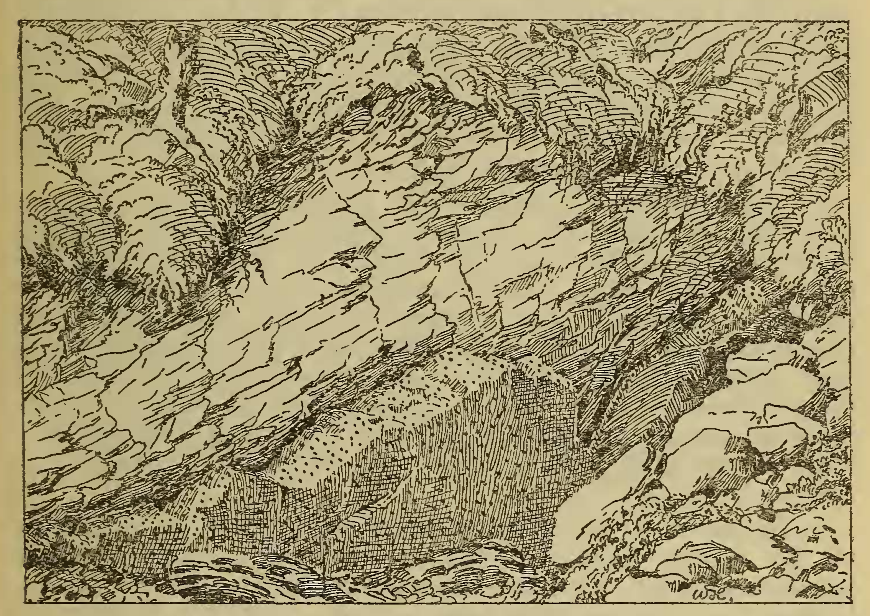


Fig. 4. Mittlerer Teil des Bimssteinaufschlusses, östlicher Schurfgraben; punktiert: Bimsstein.

Ich wählte als Ansatzpunkt hierfür eine Stelle am östlichen Ende der Rinne, sehr nahe dem Rand des Steilabfalles, wo ich 1922 durch Aufgraben mit dem Eispickel bereits eine kleine, allem Anschein nach anstehende Partie von Bimsstein aufgedeckt hatte.

In zwei aneinanderschließenden und bis $2^1/_2$ *m* in die Tiefe greifenden Schurfgräben wurde der anstehende Bimsstein auf 10 *m* Länge freigelegt. Er zeigt sich hier als ein schmaler, dem Streichen des Gneises folgender Gang (Fig. 4). Er setzt im Osten mit wenigen Zentimetern Dicke ein und erreicht weiterhin 35 bis 40 *cm* Mächtigkeit; zumeist aber bleibt die Mächtigkeit wenig über 1 *dm*. An einer Stelle ist er durch eine flexurartige Abbiegung fast

[1] l. c., Jahrbuch 1863.

ganz abgequetscht. Der Gneis streicht N 45 bis 60° W und fällt sehr steil gegen S ein. (Östlich davon am Steilabfall herrscht sehr steiles Nordfallen.) Der Bimsstein fällt in gleicher Weise sehr steil gegen S ein; am westlichen Ende fällt er flacher gegen S ein, ebenso wie der Gneis, was aber auf ein sekundäres Einsinken der Schichten gegen die Rinne zurückzuführen ist. Im Streichen folgt der Gang nicht immer genau jenem des Gneises, sondern weicht stellenweise in spitzem Winkel etwas davon ab. Der Bimsstein setzt steil in die Tiefe, in welcher Richtung er bis auf etwa $1^1/_2$ *m* teils abgegraben, teils freigelegt wurde.

Die Grenze zwischen Bimsstein und Gneis ist vollkommen scharf, die beiden Gesteine lösen sich beim Losbrechen stets voneinander. Irgendwelche endo- oder exogene Kontaktbildungen wurden nicht gefunden. Die Beschaffenheit des Bimssteines ist im ganzen Gang die oben beschriebene. Der Gneis ist beiderseits des Ganges stark geflaserter grobkörniger Granitgneis, der hier diaphtoritisiert und von kleinen Rutschflächen durchzogen ist.

Die Versuche, den Gang weiter aufwärts am Rand der Rinne durch Gräben wieder zu erfassen, führten zu keinem positiven Ergebnis und wurden nur lose Stücke von Bimsstein dabei gefunden. In der Rinne selbst verhindert die Überdeckung mit riesigen Gneisblöcken das Aufgraben (ohne Sprengung oder maschinelle Hilfe). Da hier aber allenthalben unter dem Blockwerk noch Stücke gefunden werden, so ist zu vermuten, daß außer dem aufgeschlossenen Gang noch weitere, vielleicht größere Gänge bestehen, umsomehr als die Pichler'sche Grube sich wahrscheinlich nicht an derselben Stelle befunden hat wie die gegenwärtige Aufgrabung.

Bimsstein wurde im übrigen nicht nur in dieser Rinne, sondern auf der ganzen Köfelser Terrasse an mehreren Stellen in losen Stücken gefunden. Pichler berichtet von einem einen Fuß hohen Haufwerk solcher an einer Stelle südlich von Köfels. Dagegen ist mir vom Tauferer Berg bisher kein Fund bekannt geworden.

Der schon zu Pichler's Zeiten versuchten Deutung der Köfelser Gesteine als Schlacken von einer Erzschmelze oder als Abfall einer Glashütte steht außer dem durch die Grabung nun festgestellten Vorkommen als anstehendes Gestein auch die chemische Zusammensetzung entgegen, da jene beiden Kunstprodukte stets beträchtlich basischer, vor allem reicher an CaO sind. Alte Erzschlacken würden den unvollkommenen Verfahren früherer Zeiten entsprechend wohl auch mehr Eisen und andere Metalle enthalten und dementsprechend ein höheres spezifisches Gewicht aufweisen als die Köfelser Bimssteine. Bei der Glaserzeugung würde in früherer Zeit ein so hoher Tonerdegehalt durchaus vermieden worden sein. Es ist übrigens auch aus dieser Gegend kein Erzvorkommen und kein Bergbau bekannt. Ebenso fehlt es an einem für die Glaserzeugung geeigneten Material, das

Veranlassung geboten hätte für einen so großen Betrieb — und nur ein solcher könnte so beträchtliche und weit verstreute Mengen Abfall zurückgelassen haben; auch ist nichts bekannt, daß jemals im Ötztal Glas bereitet worden wäre. Eine Zufuhr von Material an diesen seinerzeit unwegsamen, hoch über der Talsohle liegenden Ort ist nicht annehmbar.

Die Einschaltung einer Scholle von Paragneis in die Granitgneismasse am Ostabfall des Wenderkopfes und ihre vom Streichen des Granitgneises teilweise stark abweichende Lagerung deuten auf das Vorhandensein älterer Verwürfe an dieser Stelle. Im Fundustal sieht man ober der mittleren Alm, am Fuße der »Graswand«, ebenfalls eine Scholle von Schiefergneis diskordant an einer Verwerfung in den Granitgneis eingekeilt. Parallele, große Klüfte durchsetzen die Ostwände des Fundusfeiler und auch den Ostabfall des Wenderkopfes nördlich des Naderberges. Die Entstehung dieser eng begrenzten Bruchspalten kann bei der Einbiegung der Fundusfeilerzone in die NS-Richtung erfolgt sein.

Eine solche ältere Störungsfläche zeichnete wahrscheinlich der Eruption des Bimssteines in jener Blockrinne den Weg vor. Die Mylonitisierung und Diaphtoritisierung des Granitgneises am Rand der Rinne sind die Spuren jener tektonischen Bewegungen.

Die früher erwähnte Zerrüttung des Granitgneises ist auf den Bereich der Maurachschlucht und der Terrassen beschränkt, die Granitgneiswände am Fuße der Hemmerachkogel und am Nordostabfall des Wenderkopfes heben sich deutlich davon ab durch ihre festere, geschlossene Beschaffenheit.

Das Zusammentreffen des Zerrüttungsbereiches mit dem Vorkommen des Bimssteines läßt auf einen genetischen Zusammenhang beider Vorgänge schließen: durch das Empordringen des Magmas an jenen alten Bruchspalten wurde der Gneis zertrümmert und gelockert.

Daß hierbei ein größerer Einsturz im Maurachbereich eingetreten wäre, läßt sich schwer annehmen, weil man sonst genötigt ist, sich den jetzt noch 300 bis 400 *m* das Längenfelder Becken überragenden Talriegel als ursprünglich um noch ein paar hundert Meter höher vorzustellen, was morphologisch unverständlich wäre. Leichter kann man sich meines Erachtens den Vorgang so vorstellen, daß bei dem Empordringen des gasreichen Magmas das Talriegelgebiet emporgestoßen wurde und nach erfolgter Eruption wieder etwas in sich zusammensank. An einer der Spalten erreichte das Magma die Oberfläche, ohne daß es aber zu einem Ergusse kam, wohl aber wurden Lavaschlacken ausgeschleudert, die auf die Terrasse niederfielen. Durch die Erschütterung wurde der Bergsturz ausgelöst, der das ausgeworfene Material und vielleicht auch andere Ausbruchsöffnungen überdeckte.

Bei dieser Verknüpfung der Erscheinungen muß die Eruption postglazial sein, denn die Zerrüttung der Felsen erfolgte erst nach deren Rundung durch das Eis und ebenso ist der Bergsturz

postglazial (oder höchstens interstadial). Eine später über den Talriegel weggegangene Großvergletscherung hatte die Bergsturzmassen von ihrer freiliegenden Höhe talauswärts abgeschoben und mit ihr auch die Bimssteine, von denen in den Glazialablagerungen im nördlichen Ötztal und Inntal bisher noch nie ein Stück gefunden wurde. Übrigens spricht schon die ganz unversehrte blasige Struktur für ein sehr jugendliches Alter und für die Unberührtheit von jeder gebirgsbildenden Bewegung.

Eine Beziehung zwischen der Lage des Vorkommens und der regionalen Tektonik läßt sich einstweilen nicht erkennen. Immerhin ist es bemerkenswert, daß als eingeschlossene Gesteinsfragmente bisher ausschließlich solche des Gneises gefunden wurden; die mehrfach ausgesprochene Ansicht, daß das Ötztaler Gneisgebirge eine Schubdecke sei, welche auf die Bündner Schiefer, beziehungsweise den Kalkphyllit und Quarzphyllit übergeschoben liege, ließe erwarten, daß Bruchstücke kalkiger Gesteine aus der Tiefe emporgerissen wurden. Auch eine Einschmelzung kalkiger Massen hat nach dem chemischen Befund nicht stattgefunden. Allerdings hat eine stärkere Magmaförderung, soweit ersichtlich, nicht stattgefunden, nur das äußerste Ende des Magmaflusses erreichte gerade noch die Oberfläche.

Aus den Alpen sind so junge Eruptionen bisher nicht bekannt. Die peripheren Vulkangebiete in Oststeiermark und den Euganeen haben tertiäres Alter (alttertiär bis pliozän). Auch die Vulkanembryonen der Schwäbischen Alb,[1] die man zum Vergleich heranziehen kann, sind miozänen Alters; sie unterscheiden sich aber von dem Köfelser Ausbruch dadurch, daß ihre Gesteine trümmerreiche basaltische Tuffbreccien sind, welche von der Tektonik völlig unabhängige Durchschlagsröhren erfüllen, während hier eine Spalteneruption von liparitischer Bimssteinlava vorliegt.

---

[1] Branco, Schwabens 125 Vulkanembryonen, Stuttgart, 1894.